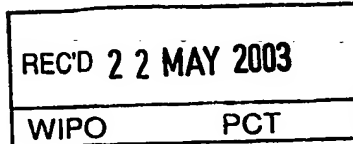


BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 07 487.9

Anmeldetag: 22. Februar 2002

Anmelder/Inhaber: DaimlerChrysler AG,
Stuttgart/DE

Bezeichnung: Verfahren und Anordnung zum Prüfen mindestens
einer Antenne

IPC: H 04 B, G 01 R

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 13. März 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Joost

DaimlerChrysler AG

GM

20.02.2002

Verfahren und Anordnung zum Prüfen mindestens einer Antenne

Die Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Anordnung zum Prüfen mindestens einer Antenne, insbesondere eines Mehrantennensystems eines Fahrzeugs.

- 5 Mit zunehmender Anzahl von Antennen im Fahrzeug besteht die Notwendigkeit, eine Funktionsprüfung des Antennensystems durchzuführen. Üblicherweise werden derartige Funktionsprüfungen im ausgebauten Zustand ausgeführt. Eine Funktionsprüfung im eingebauten Zustand der Antenne ist bisher besonders aufwendig und
- 10 komplex. Beispielsweise ist aus der DE 196 18 333 A1 eine Schaltungsanordnung zur Funktionsprüfung mobiler Rundfunkempfangsanlagen im eingebauten Zustand beschrieben. Nachteilig dabei ist, daß diese zur Erzeugung eines Testsignals einen kalibrierten Signalgenerator umfaßt, der ein diskretes Prüfsignal
- 15 ausschließlich auf der Frequenz, auf welcher der Empfänger abgestimmt ist, aussendet. Darüber hinaus ist die dort beschriebene Schaltungsanordnung nicht für eine Diagnose unter Berücksichtigung von äußeren Einflüssen, wie Schnee oder Eis, geeignet.

20

- Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Prüfen mindestens einer Antenne eines Fahrzeugs anzugeben, bei welchem eine Diagnose auf allen Frequenzen eines Bands, wie z.B. Radio-, TV-, Mobilfunk, ISM-Band, in besonders einfacher
- 25 Art und Weise ermöglicht ist. Desweiteren ist eine besonders einfache Anordnung zum Prüfen der Antenne im eingebauten Zustand anzugeben.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch die Merkmale des Anspruchs 1 und des Anspruchs 5. Die Unteransprüche umfassen vorteilhafte Ausführungsdetails und -varianten.

5

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile liegen insbesondere darin, daß ein Rauschsignal einer unkalibrierten Rauschquelle mittels eines steuerbaren Kopplungsmoduls als Test- oder Prüfungssignal auf die Antenne eingekoppelt wird. Im Falle nur einer einzelnen Antenne wird das am Antenneneingang reflektierte Rauschsignal als Empfangssignal in einem Prüfmodul ausgewertet. Dazu wird vorteilhafterweise anhand des Empfangssignals ein die betreffende Antenne repräsentierender aktueller Übertragungskoeffizient bei einer vorgegebenen Frequenz oder an mehreren Frequenzen eines Bands bestimmt und mit einem Referenz-Übertragungskoeffizienten verglichen, welcher das Übertragungsverhalten vom Empfänger zur Antenne und zurück repräsentiert. Bei einer funktionsfähigen Antenne ist die Reflexion an der Antenne minimal.

20

Im Falle eines mehrere Antennen umfassenden Mehrantennensystems wird alternativ oder zusätzlich zum an den jeweiligen Antenneneingängen reflektierten Rauschsignal das zwischen den Antennen übertragene Rauschsignal analysiert und bewertet. Hierzu wird das Rauschsignal mittels einer Koppelschaltung von der unkalibrierten Rauschquelle oder Testsignalquelle in die Antenne/n eingekoppelt und von einer benachbarten Antenne empfangen sowie im Prüfmodul, insbesondere im Empfänger, z.B. Audio- oder Video-Tuner, mittels einer Übertragungsmatrix analysiert. Eine derartige Funktionsüberwachung oder Diagnose mittels einer einfachen unkalibrierten Rauschquelle, welche im einfachsten Fall durch eine Quelle des Empfängers selbst gebildet ist, ermöglicht eine besonders kostengünstige und einfache Anordnung. Insbesondere ist der Herstellungsaufwand besonders gering. Be-

25

30

dingt durch die Verwendung von bereits vorhandenen Komponenten des Empfängers weist die Anordnung einen weitgehend geringen Platzbedarf auf und daraus resultierend, bedingt durch die Integration des Prüfmoduls z.B. in ein Fahrzeug, können bei einem Einsatz des Diagnose- oder Prüfverfahrens im Fahrzeugbereich aufwendige Prüfsender in der Produktion am Bandende oder im Service entfallen.

Darüber hinaus ist aufgrund der Verwendung eines Rauschsignals als Prüfsignal eine alle Frequenzbänder abdeckende Diagnose der Antenne/n möglich. Insbesondere ermöglicht eine derartige auf einem Rauschsignal basierende Prüfung auch eine Auswertung bezüglich äußerer Einflüsse auf die Funktionsfähigkeit der Antenne/n, wie z.B. Schnee oder andere äußere Störsignale, welche bei den herkömmlichen Systemen nach dem Stand der Technik zu einer Fehldiagnose führen. Insbesondere ist sichergestellt, daß die Antenne/n auch im eingebauten Zustand und somit z.B. während der Fahrt eines Fahrzeugs geprüft und überwacht werden.

Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend in Verbindung mit der Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen:

FIG 1 schematisch eine Schaltungsanordnung zum Prüfen der Funktionsfähigkeit eines Mehrantennensystems,

FIG 2 schematisch den Signalverlauf eines Testsignals im Mehrantennensystem,

FIG 3 bis 5 schematisch alternative Ausführungsformen der Schaltungsanordnung nach Figur 1 mit schaltbaren Sendezweige für ein AM-Band und ein FM-Band bzw. FM-Band mit Diversity,

FIG 6 schematisch ein Ablaufdiagramm des Prüfalgorithmus, und

FIG 7 bis 11 schematisch verschiedene Schaltungsanordnungen zum Prüfen der Funktionsfähigkeit einer Einzelantenne.

5

Einander entsprechende Teile sind in allen Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

10

Figur 1 zeigt eine Schaltungsanordnung 1 zum Prüfen eines mehrere Antennen 2 umfassenden Antennensystems 4 eines nicht näher dargestellten Fahrzeugs. Das Antennensystem 4 ist dabei insbesondere in eine Scheibe 6, z.B. Heckscheibe, Seitenscheibe, bzw. Heckscheibe und/oder Seitenscheibe(n) des Fahrzeugs integriert. Die Schaltungsanordnung 1 umfaßt ein Empfängermodul 8 und ein zwischen den Antennen 2 und dem Empfängermodul 8 angeordnetes Kopplungsmodul 10. Das Antennen- oder Kopplungsmodul 10 dient der Einkopplung eines Rauschsignals S in die jeweilige Antenne 2 und in das Empfängermodul 8, auch Tuner genannt. Das Empfängermodul 8 umfaßt ferner ein Prüfmodul 12 zur Bestimmung eines momentanen Übertragungskoeffizienten \dot{U}_{vi} anhand einer Überlagerung des Rauschsignals S mit einem aus dem Rauschsignal S resultierenden Empfangssignal S'. Zur Bestimmung der Funktionsfähigkeit der jeweiligen Antenne 2 umfaßt das Prüfmodul 12 eine Übertragungsmatrix 14, in welcher für die jeweilige Antenne 2 ein das Übertragungsverhalten und/oder die Übertragungsstrecke beschreibender Referenz-Übertragungskoeffizient \dot{U}_{vinorm} (auch \dot{U}_{vn-m} genannt) hinterlegt ist. Anhand eines Vergleichs des momentanen Übertragungskoeffizienten \dot{U}_{vi} mit dem Referenz-Übertragungskoeffizienten \dot{U}_{vinorm} wird auf die Funktionsfähigkeit der Antenne 2 geschlossen. Das Kopplungsmodul 10, auch Antennenmodul genannt, umfaßt als Diagnoseschaltung 16 eine unkalibrierte Rauschquelle 18 und einen ansteuerbaren HF-Schalter 20. Die Rauschquelle 18 deckt dabei alle Frequenzbänder ab, welche im Empfängermodul 8 detektiert werden können.

15

20

25

30

In einer vorteilhaften Ausführungsform kann die Rauschquelle 18 in Form eines Bipolartransistors in Verstärkerschaltung realisiert werden. Eine kalibrierte Rauschquelle ist beim hier vorgeschlagenen Diagnose- oder Prüfverfahren nicht erforderlich.

D.h. eine aufwendige Ermittlung des aktuellen Frequenzgangs der bauteil- und temperaturabhängigen Rauschquelle 18 kann entfallen. Der ansteuerbare HF-Schalter 20 ist beispielsweise in Form von Umschaltdioden ausgebildet. Die Anzahl der Umschaltdioden entspricht der Anzahl der Antennen 2, welche im Diagnosemodus als Sendeantennen 2(n) genutzt werden. Die Anzahl der verwendeten Sendeantennen 2(n) bestimmt die Auswertesicherheit der Diagnose.

Die Diagnoseschaltung erfordert keine aufwendigen Herstellungskosten, sondern kann z.B. durch Änderung des Layout des Antennenverstärkermoduls auf dessen Platinenfläche untergebracht werden. Die Datenauswertung im Tuner oder Empfänger 8 kann durch eine Erweiterung der Software realisiert werden, zusätzliche Hardware ist nicht erforderlich. Je nach Art und Ausführung der Schaltungsanordnung 1 können das Empfängermodul 8 und das Kopplungsmodul 10 durch ein gemeinsames Modul gebildet sein. Darüber hinaus können die einzelnen Module je nach Funktion software- und/oder hardwaremäßig realisiert sein. Die Anordnung und Kombination der einzelnen Module kann ferner je nach Vorgabe variieren.

Die Umschaltdioden werden mit Hilfe eines digitalen Zählers 21 angesteuert. Ein Steuersignal DI, überträgt bei niedriger Bitrate zwei Spannungszustände vom Empfängermodul 8 zu dem digitalen Zähler 21. Das Steuersignal DI kann entlang einem bereits vorhandenen HF-Kabel in derselben Weise übertragen werden, wie es bereits bei einer Ansteuerung einer gegebenen FM-Diversityschaltung ausgeführt wird. Bei jeder positiven Flanke

des Steuersignals DI schaltet der Zähler 21 eine Position weiter, so daß nacheinander alle Antennenzweige A, B, ..., Z durchgeschaltet werden. Nachdem der letzte Antennenzweig Z durchgeschaltet ist und die Diagnose erstellt ist, bewirkt die nächste positive Flanke ein Abschalten der Rauschquelle 18 oder alternativ den Zustand, daß kein Antennenzweig A bis Z durchgeschaltet wird. Bei der darauf folgenden positiven Flanke wird erneut der erste Antennenzweig A in einem neuen Diagnosezyklus durchgeschaltet.

10

Über den HF-Schalter 20 werden mindestens zwei Heckscheibenantennen 2 nacheinander als Sendeantennen 2(n) angekoppelt. In einem Antennensystem 4 mit wenigstens zwei Antennen 2 wird bevorzugtermaßen die Funktionalität der Antennen 2 durch Messung der Nahfeld-Übertragung zwischen den Antennen 2 gemessen. Die Referenz-Übertragungskoeffizienten \bar{U}_{vinorm} oder -faktoren für alle möglichen Kopplungen zwischen den Antennen 2 bilden die Übertragungsmatrix 14. Die aktuellen Übertragungskoeffizienten \bar{U}_{vi} werden analog dazu anhand der Übertragungsmatrix 14 bestimmt und mit den Referenz-Übertragungskoeffizienten \bar{U}_{vinorm} verglichen. Dabei werden die Antennen 2 sowohl als Sende- als auch als Empfangsantennen verwendet.

20

25

Die Übertragungsstrecke ist durch Aussenden des Rauschsignals S über eine der Antennen 2 als Sendeantenne n und durch Empfangen des daraus resultierenden Empfangssignals S' an einer der anderen Antennen 2 als Empfangsantenne m bzw. durch Reflexion des Rauschsignals S am Antenneneingang der betreffenden Sendeantenne n bestimmt.

30

Die Auswertung anhand der Übertragungsmatrix 14 erlaubt darüber hinaus zweckmäßigerweise die Erkennung von Beeinträchtigungen, wie z.B. Nässe, Schnee, externe Störsignale, welche mehrere Antennen 2 betreffen können. Die Prüfung oder Diagnose wird der-

art ausgeführt, daß die Übertragung des Rauschsignals S von der jeweils ausgewählten Sendeantenne 2(n) zu den anderen die Empfangsantennen 2(m) bildenden, benachbarten Heckscheibenantennen 2 im Empfängermodul 8, insbesondere für alle Frequenzbänder, geprüft wird. Jede Antenne 2 wird somit für mehrere Frequenzbänder auf ihr Übertragungsverhalten \bar{U}_v geprüft. Zweckmäßigerweise werden das FM-Band, das höchste TV-Band und das AM-Band analysiert, wodurch anhand des Übertragungsverhaltens \bar{U}_v die Funktion der Antennen 2 sicher und einfach geprüft und bestimmt wird. Da die Übertragung zudem in unterschiedlichen Kombinationen von Sendeantennen n und Empfangsantennen m geprüft wird, können externe Fehlerquellen ausgeschlossen werden.

Im Betrieb der Schaltungsanordnung 1 läßt der HF-Schalter 20 während des normalen Antennenbetriebs mit der Stellung 0 kein Rauschsignal S auf den Antennenpfad 22. Im Diagnose- oder Prüfmodus steht der HF-Schalter 20 nacheinander in den Stellungen 1 und 2, wobei das Rauschsignal S nacheinander auf die Antennenpfade 22 über Koppelschaltungen 24, z.B. über T-Kreuzungen oder kapazitiv, aufgekoppelt wird. Dort spaltet sich das Rauschsignal S in das direkt von der Rauschquelle 18 zum Tuner 8 geführte Rauschsignal S_1 und das zur betreffenden Antenne 2 wandernde und an der Antenne 2 abgestrahlte Rauschsignal S_2 . Aus dem Vergleich des von der empfangenden Antenne 2(m) empfangenen Empfangssignal S_2 mit dem direkt zur Pegelauswertung geleiteten Rauschsignal S_1 ergeben sich Aussagen über die Funktionalität der betreffenden Antennen 2. Darüber hinaus können, ggf. je nach Analysegrad, die Übertragungsstrecke betreffende Verstärker- und Filterschaltungen 26 und deren Einflußnahme auf die Übertragung berücksichtigt werden. Da alle oder mehrere Antennen 2 als Sendeantennen n und alle Antennen 2 als Empfangsantennen m verwendet werden, kann das Gesamtsystem durch eine maximal $n \times m$ -große Übertragungsmatrix 14 dargestellt werden.

Anhand von Figur 2 sei im folgenden die Ermittlung der Übertragungsmatrix 14 für eine Pegelauswertung und die zu erwartende Messtoleranz dargestellt. Es sei z.B. ein Mehr-Antennensystem 4 mit drei Antennen 2 gegeben. Das Prinzip gilt jedoch auch für andere Systeme 4, welche wenigstens zwei Antennen 2 umfassen.

Bei der Pegelauswertung mittels der Übertragungsmatrix 14 werden im Fall der Verwendung von mehreren Antennen i ($i=1,2,3$) als Sendeantenne n an den Toren I, II und III der Pegelauswertung jeweils die Signalpegel S_{i1} , S_{i2} und S_{i3} detektiert. Im Fall eines weitgehend vollständig funktionsfähigen, d.h. optimal angepassten, Antennensystems 4 herrscht minimale Reflexion an den Antenneneingängen 2. Nacheinander wird auf die Signalpfade 22 der Antennen 2 jeweils das Rauschsignal S mit dem Pegel $P_r(f)$ aufgekoppelt. Ein Teil der Rauschleistung wird über die jeweils angeschlossene Antenne 2 abgestrahlt, während ein weiterer Teil über die jeweilige Filter-Verstärkerschaltung 26 des Pfades 22 direkt zum Empfängermodul 8 geführt wird. Der Pegel $P_r(f)$ der Rauschquelle 18 muss vor der Messung nicht bereits bekannt sein, da dieser sich aus der Messauswertung mittels des Prüfmoduls 12 im Empfängermodul 8 ermitteln lässt. Die Messergebnisse in dem Diagnoseprozess sind somit unabhängig von der Toleranz der Rauschquelle 18.

Als Grundlage zur Bestimmung der aktuell anliegenden Rauschleistung P_r dient der angenommene Übertragungskoeffizient oder Referenz-Übertragungskoeffizient $\bar{U}_{vinorm}(f)$, die Filter-Verstärkerschaltung 26 mit der geringsten Toleranz δ_{v1} und der tatsächliche Übertragungskoeffizient gemäß

$$\bar{U}_{v1}(f) \text{ mit } \bar{U}_{v1}(f) = \bar{U}_{vinorm}(f) \times (1 + \delta_{v1}(f)) \quad [1]$$

Aus dem in der Pegelauswertung detektierten Signalpegel S_{11} für die erste Antenne 2 am Tor I gemäß

$$S_{11}(f) = (P_r(f)/2) \times \dot{U}_{v1}(f) = (P_r(f)/2) \times \dot{U}_{v1norm}(f) \times (1 + \delta_{v1}(f)) \quad [2]$$

ergibt sich für die Bestimmung des Rauschpegels $P_r(f)$ bei gegebener Messtoleranz δ_v :

$$P_r(f) = 2 S_{11}(f) / ((\dot{U}_{v1norm}(f)) \times (1 + \delta_{v1}(f))) \quad [3]$$

Die Rauscheigenschaften der Rauschquelle 18 dürfen somit für jedes Bauteil individuell verschieden und temperaturabhängig sein und müssen nicht von vorne herein bekannt sein. Dies ermöglicht eine kostengünstige Herstellung einfacher Rauschquellen 18. Nachdem der Rauschpegel $P_r(f)$ bestimmt ist, können die Übertragungskoeffizienten $\dot{U}_{v2}(f)$ und $\dot{U}_{v3}(f)$ der anderen Filterverstärkerschaltungen 26 aus den Signalpegeln S_{22} bzw. S_{33} bestimmt werden.

$$\dot{U}_{v2}(f) = 2 S_{22}(f) / P_r(f); \quad \dot{U}_{v3}(f) = 2 S_{33}(f) / P_r(f) \quad [4]$$

Aus diesen Koeffizienten $\dot{U}_{v2}(f)$ und $\dot{U}_{v3}(f)$ kann durch Vergleich mit den Referenz-Übertragungskoeffizienten $\dot{U}_{v2norm}(f)$ und $\dot{U}_{v3norm}(f)$ oder Soll-Werten bei den jeweiligen Frequenzbändern leicht auf die Funktionsfähigkeit der jeweiligen Filterverstärkerschaltung 26 geschlossen werden. Auch für diese Koeffizienten $\dot{U}_{v2}(f)$ und $\dot{U}_{v3}(f)$ ergibt sich die Toleranz δ_v der Rauschleistung P_r . Für die Übertragungskoeffizienten $\dot{U}_{a12}(f)$ und $\dot{U}_{a13}(f)$ zwischen den Antennen 2 können die Toleranzen im Übertragungsweg 28 herauskalibriert werden gemäß:

$$\dot{U}_{a12}(f) = S_{12}(f) / S_{22}(f); \quad \dot{U}_{a13}(f) = S_{13}(f) / S_{33}(f) \quad [5]$$

Die Anzeigetoleranz des Empfängers 8 geht in diese Betrachtung nicht mit ein, da die Bewertung des Antennensystems 4 immer auf dessen Empfindlichkeit bezogen ist. D.h. ist die Empfindlich-

keit des Empfängers 8 hoch, darf das Antennensystem 4 entsprechend geringere Übertragungseigenschaften aufweisen. Mittels des Diagnosesystems oder der Schaltungsanordnung 1 wird somit immer die benötigte Güte des Antennensystems 4 abhängig von der verfügbaren Tunerempfindlichkeit bewertet, so daß Gesamtsysteme 1 (Empfänger 8 und Antennensystem 4) mit gleicher Qualität auch gleich bewertet werden.

Die Übertragungskoeffizienten \bar{U}_a geben nicht nur Auskunft über die Funktionalität der Antennen 2, sondern auch darüber, inwieweit der Übertragungsweg 28 zwischen den Antennen 2 gestört ist. Liegt z.B. eine Schneedecke auf den Antennen 2, so sind alle Übertragungskoeffizienten $\bar{U}_{vi}(f)$ gleichermaßen gestört und der Diagnosealgorithmus erkennt, daß nicht eine Antenne 2 gestört, sondern alle Übertragungswege 28 betroffen sind. In Abhängigkeit von der Größe des ermittelten momentanen Übertragungskoeffizienten $\bar{U}_{vi}(f)$ wird auf den Zustand der Antennen 2 geschlossen, z.B. die Heckscheibe 6 ist mit einem Fremdkörper bedeckt.

Die Figur 3 zeigt eine alternative Ausführungsform der Schaltungsanordnung 1, bei der zur Prüfung der verschiedenen Frequenzbänder des Empfängermoduls 8 das Kopplungsmodul 16 mittels der Stellungen 1 und 2 des HF-Schalters 20 zur Einkopplung des Rauschsignals S auf den betreffenden Sendezweig 30 bzw. 32 für das FM-Band bzw. AM-Band vorgesehen ist. Die Schaltungsanordnung 1 zeigt dabei ein Zwei-Antennensystem 4 für das AM- und FM-Band. In der Figur 4 ist eine weitere Ausführungsform der Schaltungsanordnung 1 für ein Fünf-Antennensystem 4 für AM-Band und das FM-Band mit 4-fach Diversity dargestellt. Dazu ist die Anzahl der Stellungen des HF-Schalters 20 zur Prüfung des FM-Bandes mit Diversity um die entsprechende Antennenanzahl erweitert worden. Das Prüfverfahren wird wie oben bereits beschrieben ausgeführt. D.h. in jede Antenne 2 wird separat mittels des

HF-Schalters 20 das Rauschsignal S der Rauschquelle 18 eingekoppelt. Anhand des jeweils mittels einer der benachbarten Antennen 2 empfangenen Empfangssignals S' und des gesendeten Rauschsignals S werden für alle möglichen Kombinationen der Antennen 2 betreffende Übertragungskoeffizienten $\bar{U}_{vi}(f)$ ermittelt und mit den Referenz-Übertragungskoeffizienten $\bar{U}_{vinorm}(f)$ der Übertragungsmatrix 14 verglichen.

Das oben beschriebene Verfahren zum Prüfen der Funktionsfähigkeit der Antenne 2 ist typunabhängig. In der Figur 5 ist eine Ausführungsform für eine weitere Diagnoseschaltung eines Fünfantennensystems 4, für eine sogenannte High-End-Version für AM, FM- und TV-Diversity, dargestellt. Wie in Figur 5 gezeigt, kann beispielsweise auch eine FZV-Antenne 36 (FZV = Funk-Zentralverriegelung) nach dem oben beschriebenen Verfahren untersucht werden, wenn der zugehörige FZV-Empfänger 38 über eine Datenleitung 40 mit dem AM/FM-Tuner 8 verbunden wird, so daß Informationen über den empfangenen Pegel zur Auswertung an den AM/FM-Empfänger 8 übertragen werden.

Alternativ oder zusätzlich können je nach Ausstattungsgrad des Fahrzeugs auch Mobiltelefon- und/oder GPS-Antennen über breitbandige Kopplung mit TV-, AM- und FM-Antennen auf ihre Funktionalität hin untersucht werden. Dabei ist es gleichgültig, wie und wo die einzelnen Antennen 2 im Fahrzeug integriert sind.

Beim Betrieb der Schaltungsanordnung 1 nach einer der Figuren 1 bis 5 werden nacheinander die n-zahligen Antennen 2 als Sendeantennen geschaltet. Je nach Anzahl n der Sendeantennen 2 ergibt eine entsprechende Anzahl m von Empfangsantennen 2 und somit zur Darstellung des Übertragungsverhaltens \bar{U}_v n x m-Pegelinformationen, welche bevorzugt als Pegel- oder Übertragungsmatrix 14 dargestellt werden. Für jeden Übertragungscoef-

fizienten \bar{U}_{vi} der Übertragungsmatrix 14 kann ein zulässiger Wertebereich aufgestellt werden, welcher

1. individuell der Verkopplung jeweils eines Antennenpaares 2(n, m) zugeordnet ist und
2. abhängig von allen aktuell gemessenen Übertragungskoeffizienten \bar{U}_{vi} der Übertragungsmatrix 14 ist.

Bei Überschreiten eines zulässigen Wertebereiches wird/werden anhand der Übertragungsmatrix 14 eine oder mehrere defekte Antenne/n 2 bestimmt.

Durch die dynamische Anpassung der Wertebereiche an die aktuelle Empfangssituation werden vorteilhafterweise Störeffekte von außen, die mehrere Antennen 2 betreffen, z.B. vereiste Heckscheibe 6, in der Diagnose analysiert und identifiziert.

Die nachfolgende Tabelle 1 zeigt ein Beispiel für eine Übertragungsmatrix 14 für ein Antennensystem 4 mit vier Antennen 2.

TX/RX	Ant1	Ant2	Ant3	Ant4	Ant m
Ant1	P11	P12	P13	P14	.
Ant2	P21	P22	P23	P24	.
Ant3	P31	P32	P33	P34	.
Ant4	P41	P42	P43	P44	.
Ant n	Pnm

Tabelle 1

mit Ant n = Anzahl der Sendeantennen, Ant m = Anzahl der Empfangsantennen, TX = Sender, RX = Empfänger, Pnm = Signalpegel.

Je nach Art und Funktion der Schaltungsanordnung 1 umfaßt die Übertragungsmatrix 14 als Informationen Pegel- und/oder Frequenzwerte, welche den Referenz-Übertragungskoeffizienten \bar{U}_{vinorm} und/oder aktuellen Übertragungskoeffizienten \bar{U}_{vi} für die betref-

fende Antennenkombination darstellen. Bei einer Diagnose werden die aktuellen Übertragungskoeffizienten \bar{U}_{vi} mit den Referenz-Übertragungskoeffizienten \bar{U}_{vinorm} der jeweiligen Antennenkombination $2(n, m)$ verglichen. Dazu ist eine Initialisierung der Übertragungsmatrix 14, z.B. vor Inbetriebnahme des Fahrzeugs, d.h. zum Zeitpunkt der Produktion, erforderlich. Hierzu wird ein Referenzwissen generiert, auf dessen Basis dann eine Diagnose stattfinden kann. Eine mögliche Methode zur Wissensgenerierung und -Auswertung wird im folgenden vorgestellt.

10

Eine Diagnose erfolgt in mehreren Schritten:

I) Symptomgenerierung

(z.B. auf Basis der zur Verfügung stehenden Informationen der Übertragungsmatrix 14)

15

II) Fehlererkennung

III) Fehlerlokalisierung

In Figur 6 ist beispielhaft ein Ablaufdiagramm des Diagnosealgorithmus dargestellt, welcher folgende Schritte umfaßt:

20

(1) Aufnehmen der Matrixelemente, z.B. anhand von Messungen, Vorgaben von typspezifischen Werten oder Lesen von hinterlegten Vergangenheitswerten;

25

(2) Kalibrieren durch Normierung der Matrixelemente auf die Sendeleistung und Übertragungsverluste. Die Kalibrierung wird anhand der Elemente in der Diagonalen der Übertragungsmatrix 14 vorgenommen.

30

(3) Erkennung von „ungültigen Zuständen“ wie z. B. vereiste Heckscheibe oder starkes störendes elektromagnetisches Feld.

(4) Auswertung durch Vergleich mit gespeicherten Fehlerfällen oder durch ein Entscheidungsnetz. Alternativ oder zusätzlich

kann anhand einer Frequenz- oder Amplitudenanalyse ein Fehler einer einzelnen oder mehrerer Antennen 2 oder Antennenkombinationen 2(n, m) identifiziert werden.

- 5 (5) Filterung: Plausibilitätsprüfung, d.h. das Diagnoseverfahren wird n-fach durchlaufen. Je nach Vorgabe wird eine Fehlermeldung erst nach n-fachem erfolgreichen Detektieren eines Fehlerfalls ausgegeben, anderenfalls unterbleibt eine
10 Meldung oder es wird die Meldung "Heilung" ausgegeben, d. h. Rücksetzen des Fehlerspeichers bei mehrfacher Erkennung eines o.k.-Zustandes.

Nachfolgend wird an einem Beispiel das Mess- und Diagnoseverfahren erläutert. Das Übertragungsverhalten zwischen verschiedenen
15 Heckscheibenantennen 2 in deren Nahfeld wird mittels eines sogenannten Netzwerk-Analysators bestimmt. Für die Messungen des Übertragungsverhaltens wird das Rauschsignal S in die Antennen 2 nacheinander eingekoppelt. Für die Abschätzung des Feldverhaltens am realen Fahrzeug sind Fahrzeugdach, C-Säulen
20 und Heckdeckel mit elektrisch verbundenen Stahlblechteilen nachgebildet worden. Es wurden Messungen für intakte Antennen 2 sowie für defekte Antennen 2 durchgeführt, z.B. für eine Unterbrechung der Scheibenkontakte und/oder für eine Unterbrechung der Antennendrähte auf der Heckscheibe 6. Desweiteren wurde der
25 Einfluss von Nässe auf das Übertragungsverhalten gemessen.

Das Sende- oder Rauschsignal S wurde direkt in die Antenne 2 eingekoppelt, der Antennenverstärker wurde abgelötet. Damit ist die Sendeantenne 2 nicht angepaßt. Wird die Sendeantenne 2
30 angepaßt eingespeist, verbessern sich die Übertragungsfaktoren. Die in den folgenden Tabellen dargestellten Werte sind die jeweils bei 100 MHz (FM) gemessenen S21-Übertragungskoeffizienten in dB. S21-Übertragungskoeffizienten stellen den Übertragungsfaktor oder Übertragungskoeffizienten \dot{U}_{v1} zwischen den jeweils

über das Nahfeld verkoppelten Antennen 2 dar. Neben dem Normalfall der funktionierenden Antennen 2 wurden mehrere Arten von Fehlerfällen und deren Einfluss auf die Übertragungsfaktoren untersucht. Die Fehlerfälle wurden durch Unterbrechung der Scheibenkontakte, Unterbrechung der Scheibenantennendrähte, Beeinflussung des Nahfeldes der Antennen 2 durch Wasser auf der Scheibe sowie durch im Nahfeld der Antennen 2 befindliche Metallflächen herbeigeführt.

- 10 Für den Normalfall ohne Fehleinwirkung eines sechs Antennen 2 umfassenden Antennensystems 4, welches in der Heckscheibe 6 integriert ist, ergibt sich die in der Tabelle 2 dargestellte Übertragungsmatrix für die Frequenz von $f = 100 \text{ MHz}$ (FM-Band):

15 Tabelle 2

dB	FM1/TV1	FM2/TV2	TV3	FM4/TV4	AM	FZV
FM1/TV1	X	-25,21	-22,37	-19,25	-22,17	-24,76
FM2/TV2		X	-9,195	-22,51	-8,053	-5,906
TV3			X		-14,56	-19,12
FM4/TV4				X	-23,38	-23,74
AM					X	-2,456
FZV						X

- Die mittels der Übertragungsmatrix 14 ermittelten momentanen Übertragungskoeffizienten \bar{U}_{vi} sind durchweg besser als -25dB, die zu erwartenden notwendigen Sendeleistungen für die Nahfeldübertragung sind, gemessen am herkömmlichen Fernfeld-Sende-Empfangsfall, sehr gering.

- 25 Zur Darstellung der Detektion von Kontaktschwächen der Antennen 2, wurden die Scheibenkontakte an den Anschlüssen zu den Antennen FM1 und TV3 durch Einschieben verschieden dicker Lagen Papier verschlechtert bzw. unterbrochen. Die Antennenkombination

FM1 und TV3 weist, wie in Tabelle 2 dargestellt, im Normalfall einen Übertragungskoeffizienten \bar{U}_{v1} von -22,37 dB auf.

In der Tabelle 3 ist der Einfluss der Kontaktschwäche auf das Übertragungsverhalten durch eine deutliche Veränderung des aktuell, mittels der Übertragungsmatrix 14 bestimmten Übertragungskoeffizienten \bar{U}_{v1} dargestellt.

Tabelle 3

Fehlerfälle	$S_{TV3 \rightarrow FM1}$ in dB für 100 MHz
Normalfall	-22,37
1 Blatt an FM1	-25,26
1 Blatt an TV3	-41,29
20 Blätter an FM1	-41,03
20 Blätter an TV3	-61,19
Je 20 Blätter an FM1 und TV3	-67,41
Blech vor Scheibe	-19,42

Der letzte Fehlerfall "Blech vor Scheibe" simuliert dabei einen ungünstigen Zustand, wie er beispielsweise durch leitfähiges Material wie Eis oder Wasser auf der Heckscheibe 6 auftritt.

Desweiteren wurde ein Unterbrechen der Antennendrähte, z.B. Durchtrennen der Leiterbahn der Antenne TV3 oder Durchtrennen beider Leiterbahnen von Antenne TV3 und FM2, nachgebildet. Dabei wird das Test- oder Rauschsignal S je nach Ansteuerung des Koppel- oder HF-Schalters 20 über die Antenne FM2 oder FM1 gesendet. Die mittels der Übertragungsmatrix 14 ermittelten Übertragungskoeffizienten \bar{U} sind in der nachfolgenden Tabelle 4A bis 4C dargestellt.

Tabelle 4A

FM2 -> TV3 (dB)	100 MHz	800 MHz
Normalfall	-9,195	-32,10
Fehler an-Antenne TV3	-8,620	-38,50
Fehler an Antennen TV3 und FM2	-13,53	-29,43

Tabelle 4B

FM1 -> FM2 (dB)	100 MHz	800 MHz
Normalfall	-25,21	-37,81
Fehler an Antenne FM2	-32,57	-27,03

Tabelle 4C

FM2 -> FM4 (dB)	100 MHz	800 MHz
Normalfall	-22,51	-33,23
Fehler an Antenne FM2	-32,07	-28,70

5

Alle Fehlerfälle sind deutlich am Absinken oder Ansteigen der Übertragungsfaktoren \bar{U} zu erkennen. Somit ist mittels des oben beschriebenen Verfahrens eine besonders einfache und sichere Diagnose der Funktionalität einzelner Antennen 2 ermöglicht. Je nach Antennenart, können weitere Übertragungseigenschaften oder Betriebsparameter berücksichtigt werden. Beispielsweise kann der Anstieg des sogenannten Überkopplungsfaktor $S_{FM1 \rightarrow FM3}$ im UHF-Band (800 MHz) bei einem Fehler in der FM-Antenne durch die Verkürzung der elektrisch wirksamen Antennenlänge erklärt werden. Demgegenüber führt derselbe Fehler im FM-Band zu einer entsprechenden Reduktion der Kopplung.

10

15

20

Bei einer weiteren Prüfung der Antennen 2 werden diese auf Veränderungen durch Einwirkung von Wasser auf der Heckscheibe 6 und anderen Objekten in der Nähe der Heckscheibe 6 analysiert. Wie in den Tabellen 5A und 5B gezeigt, hat eine Wasserbesprengung bei 100 MHz nahezu keinen Einfluss auf das Übertragungsverhalten. Werden demgegenüber Objekte, insbesondere leitfähige

Objekte, nahe vor die Heckscheibe 6 angeordnet, werden diese Veränderungen in der Diagnose angezeigt, da diese einen deutlichen Einfluss auf das Übertragungsverhalten einzelner Antennenpaare darstellen.

5

Tabelle 5A

FM2 -> FM4 (dB)	100 MHz	800 MHz
Normalfall	-22,51	-33,23
Blech vor Scheibe	-30,23	-29,20
Nasse Scheibe	-22,09	-26,91

Tabelle 5B

FM2 -> TV3 (dB)	100 MHz	800 MHz
Normalfall	-9,195	-28,50
Blech vor Scheibe	-9,159	-29,00
Dicke Kunststofffolie auf Scheibe	-8,330	-30,45

- 10 Eine alternative Ausführungsform der Schaltungsanordnung 1 ist in der Figur 7 dargestellt. Die Schaltungsanordnung 1 ist für ein Ein-Antennensystem 4 ausgebildet. Dabei wird anstelle der Auswertung des von der Sende- zur Empfangsantenne 2 übertragenen Rauschsignals S ein am betreffenden Antenneneingang 42 der Einzelantenne 2 reflektiertes Rauschsignal S₂ anhand des ausgesendeten Rauschsignals S₁ analysiert und bewertet. Da bei Beschädigung der Antenne 2 deren Anpassung gestört wird, entstehen an deren Eingang 42 Reflexionen. Der HF-Schalter 20 lässt in der Stellung 0 kein Rauschsignal S der Rauschquelle 18 während des normalen Antennenbetriebs auf den Antennenpfad 22. Im Diagnosemodus steht der HF-Schalter 20 in Stellung 1. Das Rauschsignal S wird dann über ein Koppelnetzwerk 24, z.B. ein T-Glied, auf den Antennenpfad 22 gekoppelt. Dort spaltet sich das Rauschsignal S in das direkt von der Rauschquelle 18 zum Empfängermodul 8 geführte Rauschsignal S₁ und das zur Antenne 2
- 5
- 20
- 25

wandernde und an der Antenne 2 reflektierte Rauschsignal S_2 auf.

Anhand der Überlagerung der Rauschsignale S_1 und S_2 des direkt von der Rauschquelle 18 zum Empfänger 8 geführten Rauschsignals S_1 mit dem reflektierten Rauschsignal S_2 entsteht eine charakteristische Frequenzkennlinie mit Einbrüchen, aus der Rückschlüsse auf den Zustand der Antenne 2 bestimmt und bewertet werden. Voraussetzung hierfür ist jedoch eine kalibrierte Rauschquelle 18, deren Frequenzkennlinie bekannt ist. Die Funktionalität der Antennen 2 kann nur durch den Vergleich der Frequenzkennlinie der Überlagerung der Rauschsignale S_1 und S_2 mit der Frequenzkennlinie des Rauschsignals S_1 ermittelt werden.

Um die kalibrierte Rauschquelle 18 gegen eine kostengünstigere unkalibrierte Rauschquelle 18 ersetzen zu können, wird die statische Koppelschaltung 24 um eine Schaltfunktion mit zusätzlichen Stellungen 2 und 3 zur schaltbaren Koppelschaltung 44 erweitert, wie dies in der Figur 8 dargestellt ist. Bei der Schaltstellung 2 wird das Rauschsignal S_1 direkt zum Empfänger 8 geleitet und dort detektiert. D.h. der Antennenpfad 22 ist geöffnet. Die Frequenzkennlinie des aktuellen Rauschsignals S_1 ist dann für die Pegelauswertung bekannt und wird gespeichert. Anschließend wird mittels der schaltbaren Koppelschaltung 44 die Stellung 3 eingestellt und somit der Antennenpfad 22 geschlossen. Nun wird die Frequenzkennlinie der Überlagerung der Rauschsignale S_1 und S_2 in der Pegelauswertung anhand der Übertragungsmatrix 14 detektiert und mit der Frequenzkennlinie des gespeicherten Rauschsignals S_1 verglichen.

Als Alternative zur schaltbaren Koppelschaltung 44 oder zum offenen Schalter kann für die Referenzmessung des Rauschsignals S_1 auch eine Überlagerung des Rauschsignals S_1 mit dem an einer definierten Impedanz Z reflektierten Rauschsignal S_2 gemessen

und analysiert werden, wonach anschließend auf die Frequenzkennlinie des reinen Rauschsignals S zurückgerechnet wird. Die zugehörige Schaltungsanordnung 1 ist beispielhaft in der Figur 9 dargestellt.

5

Die Frequenzkennlinie der dargestellten Ausführungsformen in den Figuren 7 bis 9 für Ein-Antennensysteme 4 wird in einem relativ weiten Frequenzband detektiert und analysiert, um möglichst gute Aussagen über die Funktionalität der Antenne 2 zu gewährleisten, da sich bei Beschädigung der Antenne 2 im Bereich der Mittenfrequenz f_m in dem überlagerten Rauschsignal S_1+S_2 nicht unbedingt deutliche Pegeländerungen ergeben.

10

Um bereits bei Betrachtung eines schmalen Frequenzbandes f aus den Pegeländerungen des reflektierten Signals S_2 auf die Funktionalität der Antenne 2 schließen zu können, wird bevorzugt eine richtungsselektive Koppelschaltung 46, z.B. ein Richtkoppler, verwendet, wie es in der Figur 10 dargestellt ist. Hier wird nur das reflektierte Signal S_2 detektiert, welches gegenüber dem Rauschsignal S_1 im Fall der funktionierenden Antenne 2 einen wesentlich geringeren Pegel hat. Voraussetzung für die Pegelauswertung ist hier, daß der Rauschsignalpegel S_1 bereits bekannt ist. Für diese Ausführungsform ist eine kalibrierte Rauschquelle 18 erforderlich.

20

25

Um eine kostengünstige unkalibrierte Rauschquelle 18 verwenden zu können, wird ein richtungsselektives Koppelnetzwerk 48 mit umschaltbarer Signalflussrichtung verwendet, wie es in Figur 11 dargestellt ist. Dazu ist beispielsweise ein Richtkoppler mit alternativ schaltbaren Eingängen E_1 , E_2 vorgesehen. In Schalterstellung 1 wird das Rauschsignal S über den Richtkoppler 48 zur Antenne 2 geleitet, reflektiert und in der Pegelauswertung als Signal S_2 detektiert. In Schalterstellung 2 wird das

30

Rauschsignal S über den Richtkoppler 48 direkt zur Pegelauswertung geleitet, wo es als Referenzsignal S_1 detektiert wird.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, daß als Sender ein Rauschgenerator 18 verwendet wird, der in das Antennenmodul 10 integriert werden kann. Als Empfänger 8 kann der in einen Diagnosemodus versetzte Tuner oder Transceiver dienen. Hierdurch ist ein besonders kostengünstiger Sender gegeben. Da der Empfänger 8 bereits vorhanden ist, ist dieser um die Diagnosefunktion softwaremäßig zu ergänzen.

Als weitere alternative Ausführungsform der Erfindung kann eine Zusatzantenne ausgebildet werden, die im Gegensatz zur Antenne 2 keine Verbindung zum Empfängermodul 8 besitzt. In diese Zusatzantenne wird nun das Rauschsignal S vom Rauschgenerator 18 eingekoppelt. Die Zusatzantenne sendet dieses Rauschsignal dann an die Antenne(n) 2. Das daraus resultierende Empfangssignal S' bzw. S_2 wird durch das Prüfmodul 12 im Empfängermodul 8 empfangen und ausgewertet.

20

Zusammenfassend offenbart die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Prüfen mindestens einer Antenne 2 mit einem Empfängermodul 8 und einem zwischen der Antenne 2 und dem Empfängermodul 8 angeordneten Kopplungsmodul 16. Dabei wird der Antenne 2 und dem Empfängermodul 8 mittels des Kopplungsmoduls 16 ein Rauschsignal S als Prüfsignal zugeführt. Mittels eines Prüfmoduls 12 wird dann anhand einer Überlagerung des Rauschsignals S, S_1 mit einem aus dem Rauschsignal S, S_1 resultierenden Empfangssignal S' , S_2 ein momentaner Übertragungskoeffizient bestimmt und mit einem in einer Übertragungsmatrix hinterlegten Referenz-Übertragungskoeffizienten verglichen. Weiterhin ist ebenfalls eine Anordnung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens offenbart.

25

30

5

Patentansprüche

1. Verfahren zum Prüfen mindestens einer Antenne (2) mit einem
10 Empfängermodul (8) und einem zwischen der Antenne (2) und dem
Empfängermodul (8) angeordneten Kopplungsmodul (16), bei dem
der Antenne (2) und dem Empfängermodul (8) mittels des Kopp-
lungsmoduls (16) ein Rauschsignal (S) als Prüfsignal zugeführt
15 wird, wobei mittels eines Prüfmoduls (12) anhand einer Überla-
gerung des Rauschsignals (S, S₁) mit einem aus dem Rauschsignal
(S, S₁) resultierenden Empfangssignal (S', S₂) ein momentaner
Übertragungskoeffizient (\bar{U}_v) bestimmt und mit einem in einer Ü-
bertragungsmatrix (14) hinterlegten Referenz-
Übertragungskoeffizienten ($\bar{U}_{v\text{inorm}}$) verglichen wird.
- 20 2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem bei einer einzelnen An-
tenne (2) als Empfangssignal das an der Antenne (2) reflektier-
te Rauschsignal (S₂) ausgewertet wird.
- 25 3. Verfahren nach Anspruch 1, mit
einer Zusatzantenne, die keine Verbindung zum Empfängermodul
(8) aufweist, in die das Rauschsignal (S) eingekoppelt wird und
die dieses Rauschsignal (S) als Testsignal an die Antenne(n)
(2) sendet.
- 30 4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, bei dem bei einem meh-
rere Antennen (2) umfassenden Mehrantennensystem (4) als Emp-
fangssignal ein an den jeweiligen einzelnen Antennen (2) re-
flektiertes Rauschsignal (S₂) und/oder ein zwischen den Anten-

nen (2) übertragenes Rauschsignal (S' , S_2) ausgewertet wird/werden.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem der Übertragungskoeffizient (\dot{U}_{vi}) und der Referenz-Übertragungskoeffizient (\dot{U}_{vinorm}) mittels einer Frequenz- und/oder Pegelanalyse bestimmt wird.

10 6. Anordnung (1) zum Prüfen mindestens einer Antenne (2) mit einem Empfängermodul (8) und einem zwischen der Antenne (2) und dem Empfängermodul (8) angeordneten Kopplungsmodul (16), bei der das Kopplungsmodul (16) zur Einkopplung eines Rauschsignals (S) in die Antenne (2) und in das Empfängermodul (8) sowie ein Prüfmodul (12) zur Bestimmung eines momentanen Übertragungskoeffizienten (\dot{U}_{vi}) anhand einer Überlagerung des Rauschsignals (S) mit einem aus dem Rauschsignal (S) resultierenden Empfangssignal und zum Vergleich des momentanen Übertragungskoeffizienten (\dot{U}_{vi}) mit einem in einer Übertragungsmatrix (14) hinterlegten Referenz-Übertragungskoeffizienten (\dot{U}_{vinorm}) vorgesehen sind.

20 7. Anordnung nach Anspruch 6, weiterhin mit einer Zusatzantenne, die keine Verbindung zum Empfängermodul (8) aufweist, zum Senden des Rauschsignals (S) als Testsignal an die Antenne(n) (2), wobei das Kopplungsmodul (16) das Rauschsignal (S) in die Zusatzantenne einkoppelt.

8. Anordnung nach Anspruch 6 oder 7, bei der das Kopplungsmodul (16) mindestens eine unkalibrierte Rauschquelle (18) umfasst.

30 9. Anordnung nach Anspruch 6, 7 oder 8, bei der das Kopplungsmodul (16) mindestens eine kalibrierte Rauschquelle (18) umfasst, deren Frequenzkennlinie bekannt ist.

10. Anordnung nach Anspruch 6, 7, 8 oder 9, bei der das Kopplungsmodul (16) zur Ankopplung der Antenne (2) mindestens einen HF-Schalter (20) umfaßt.

- 5 11. Anordnung nach einem der Ansprüche 6 bis 10, bei der die Übertragungsmatrix (14) bei einem Mehrantennensystem (4) eine der Anzahl der Antennen (2) entsprechende Anzahl von Sendean-
tennen (2(n)) und Empfangsantennen (2(m)) als Antennenpaare
(2(n, m)) umfaßt.



FIG 1

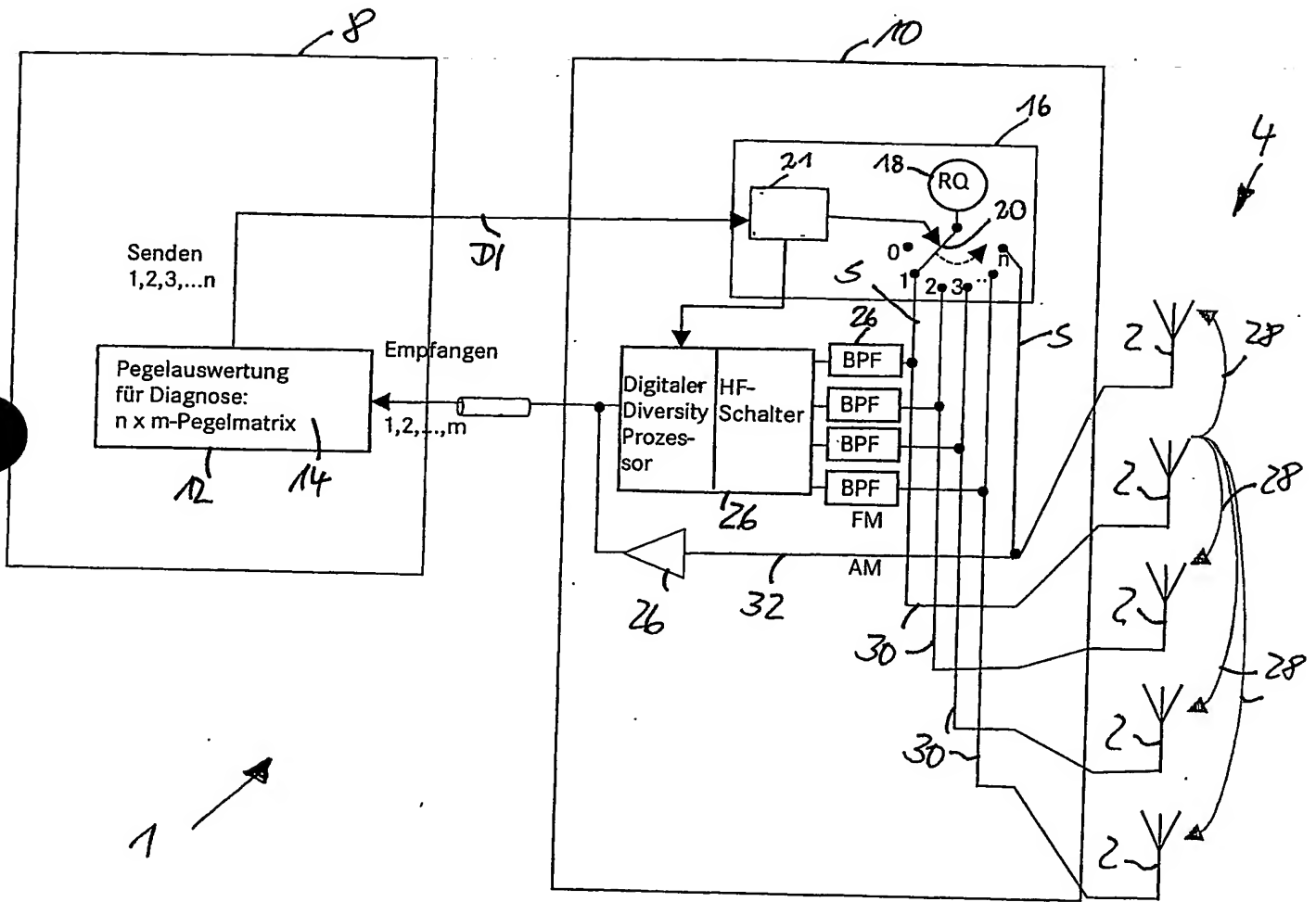


FIG 4



FIG 5

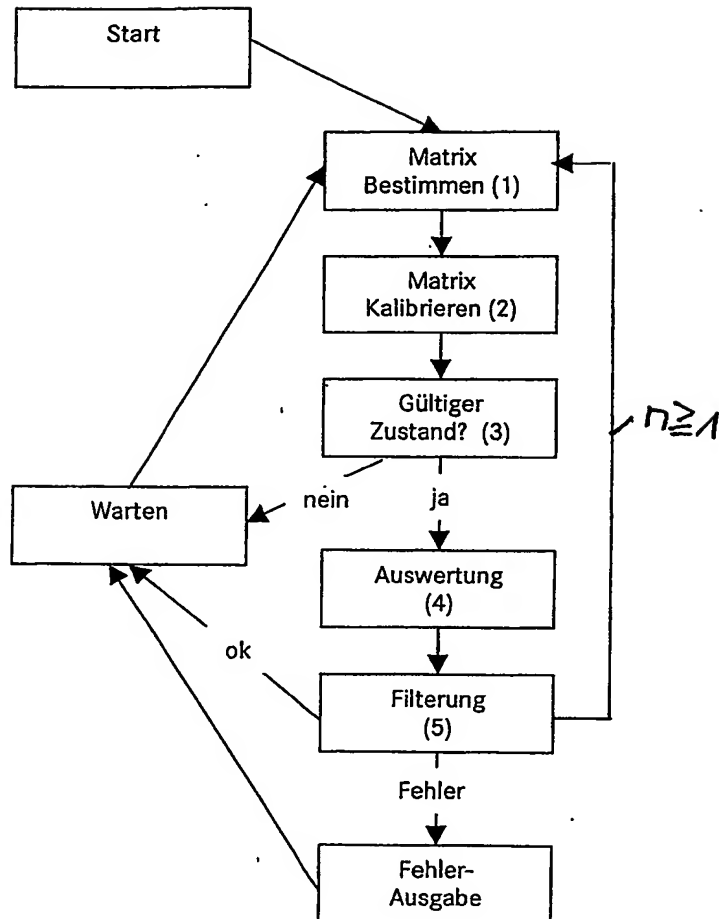


FIG 6

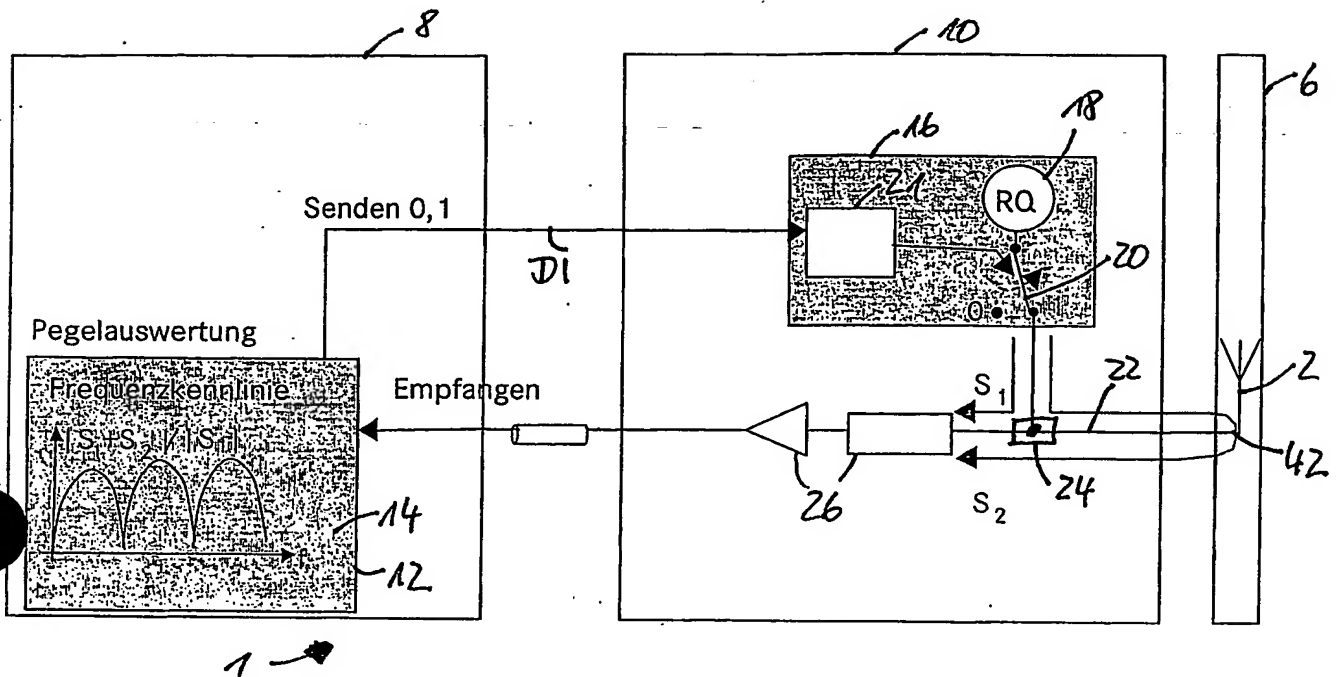


FIG 7

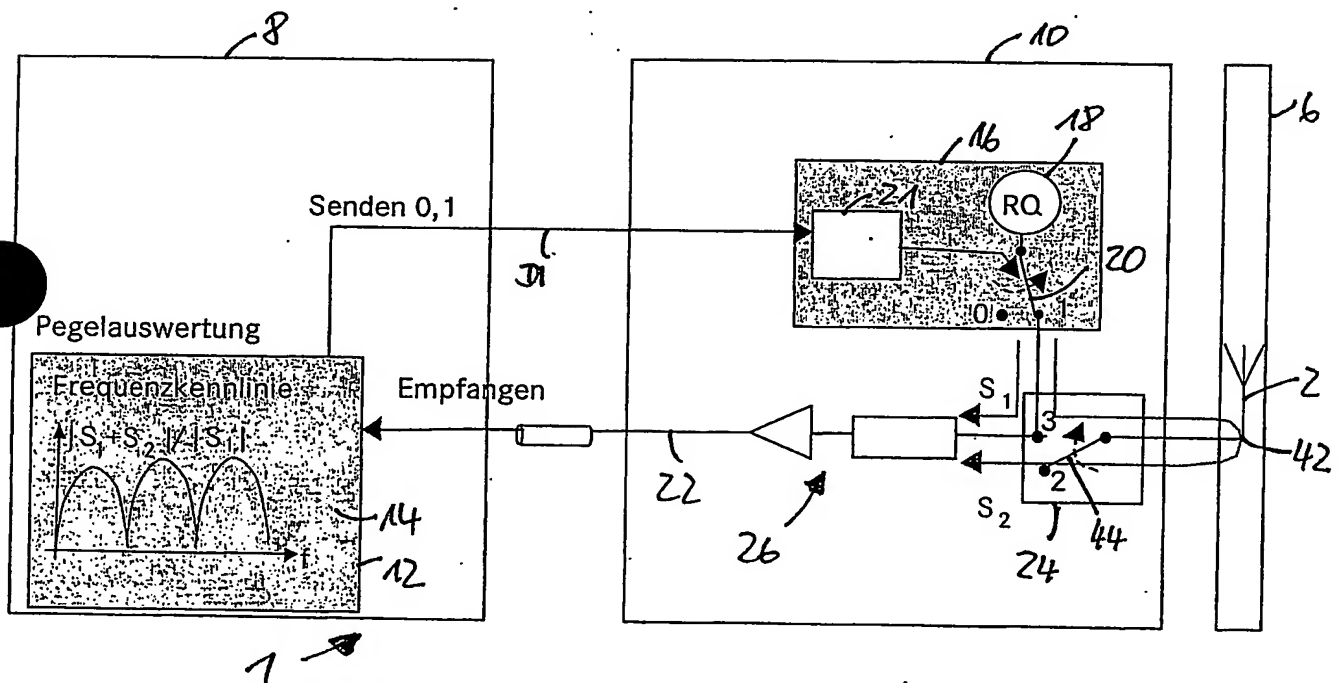


FIG 8

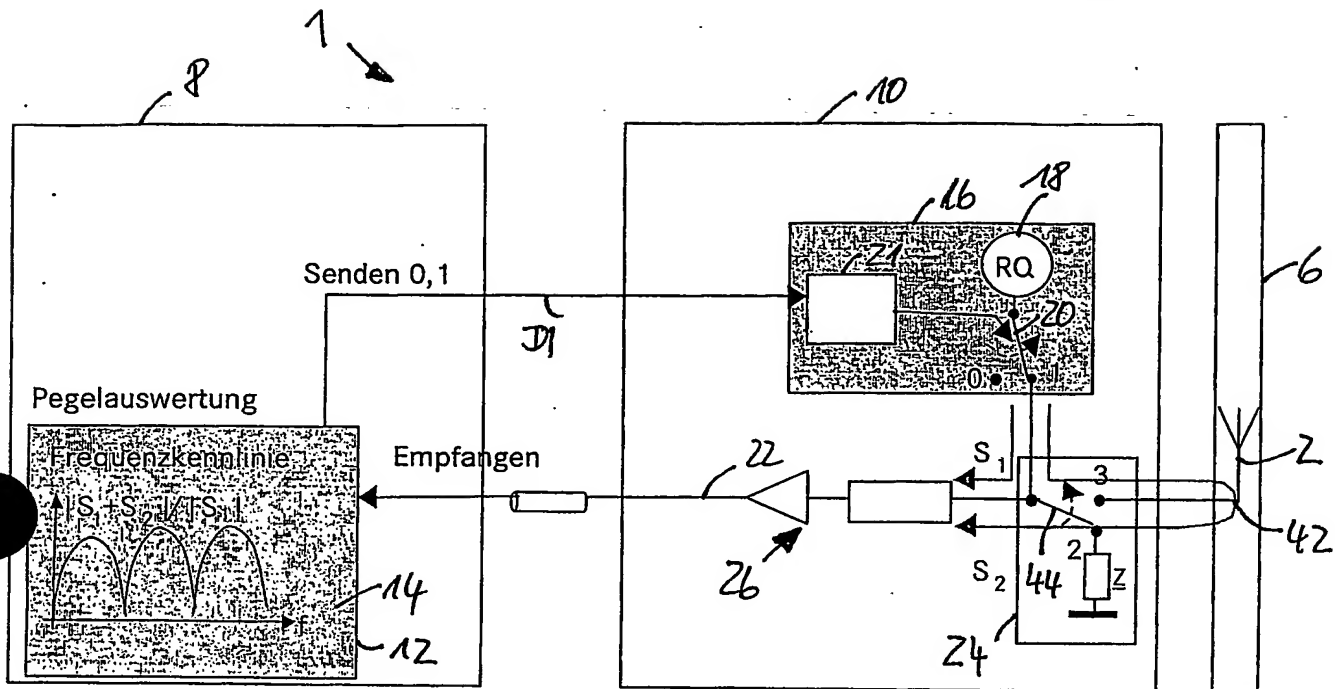


FIG 9

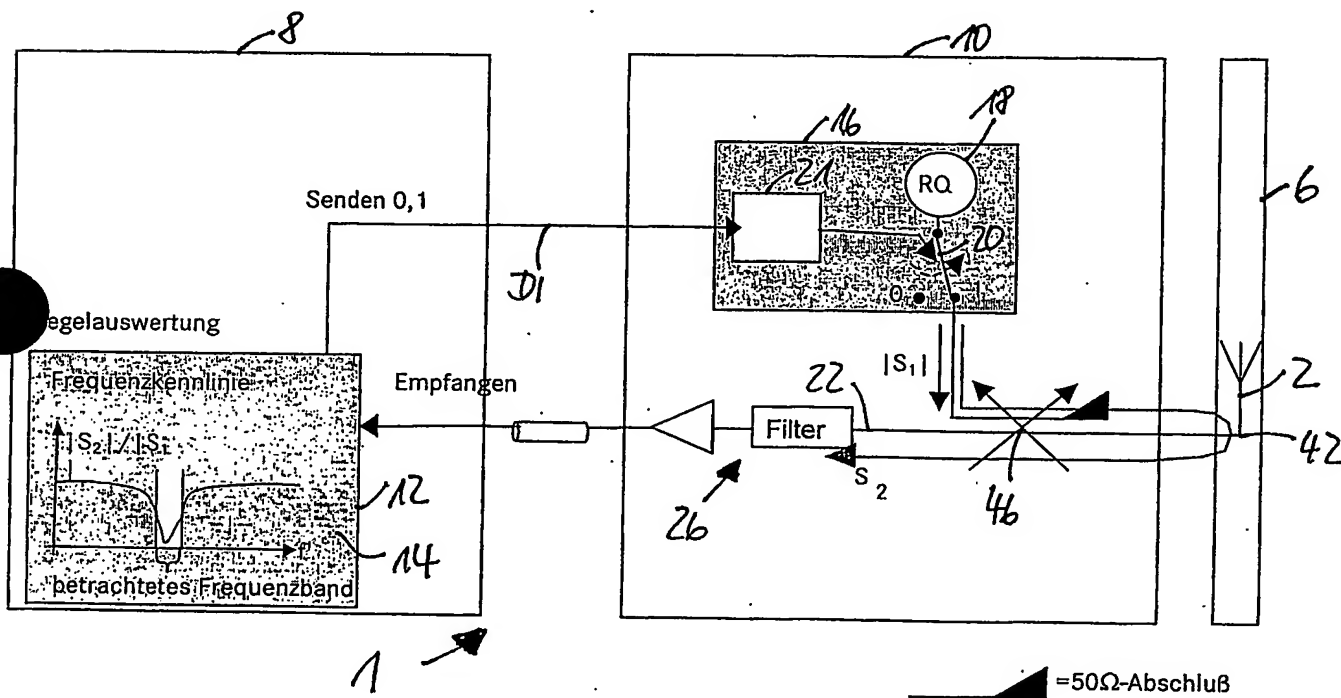


FIG 10

=50Ω-Abschluß

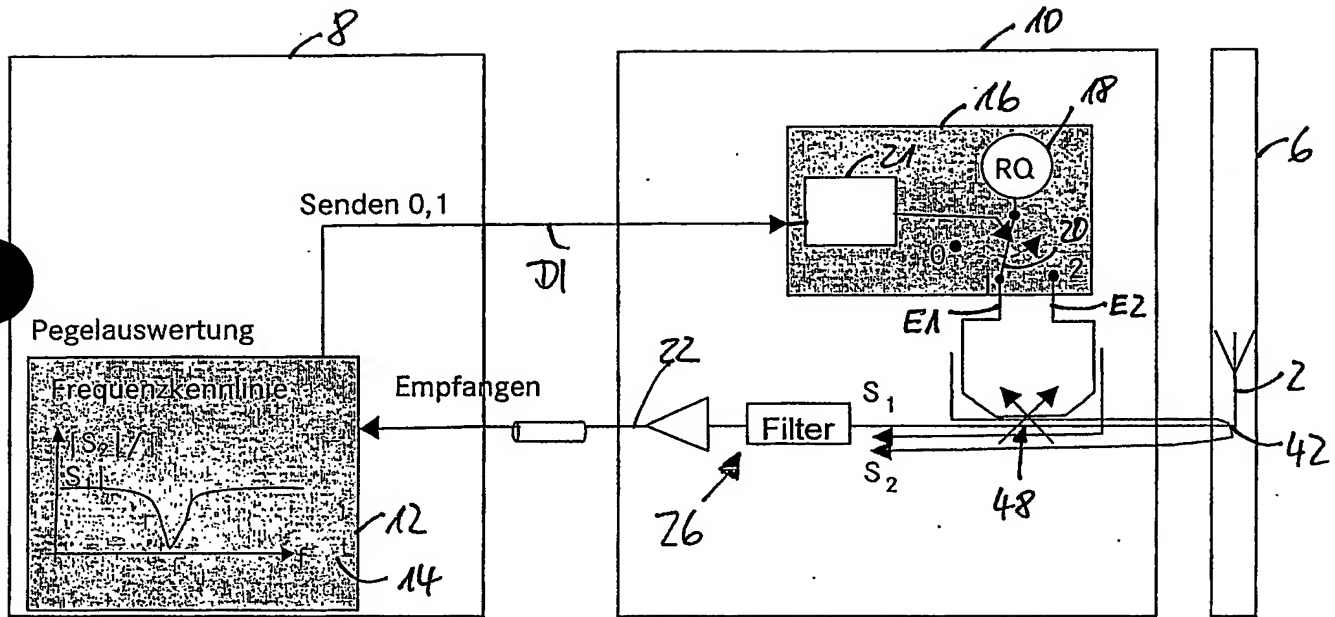


FIG 11

DaimlerChrysler AG

GM

20.02.2002

5

Zusammenfassung

Die vorliegende Erfindung offenbart ein Verfahren zum Prüfen
10 mindestens einer Antenne (2) mit einem Empfängermodul (8) und
einem zwischen der Antenne (2) und dem Empfängermodul (8) ange-
ordneten Kopplungsmodul (16). Dabei wird der Antenne (2) und
dem Empfängermodul (8) mittels des Kopplungsmoduls (16) ein
Rauschsignal (S) als Prüfsignal zugeführt. Mittels eines Prüf-
15 moduls (12) wird dann anhand einer Überlagerung des Rauschsig-
nals (S, S₁) mit einem aus dem Rauschsignal (S, S₁) resultie-
renden Empfangssignal (S', S₂) ein momentaner Übertragungscoef-
fizient bestimmt und mit einem in einer Übertragungsmatrix hin-
terlegten Referenz-Übertragungskoeffizienten verglichen. Wei-
20 terhin ist ebenfalls eine Anordnung zur Durchführung des erfin-
dungsgemäßen Verfahrens offenbart.

(Fig. 1)

P800084

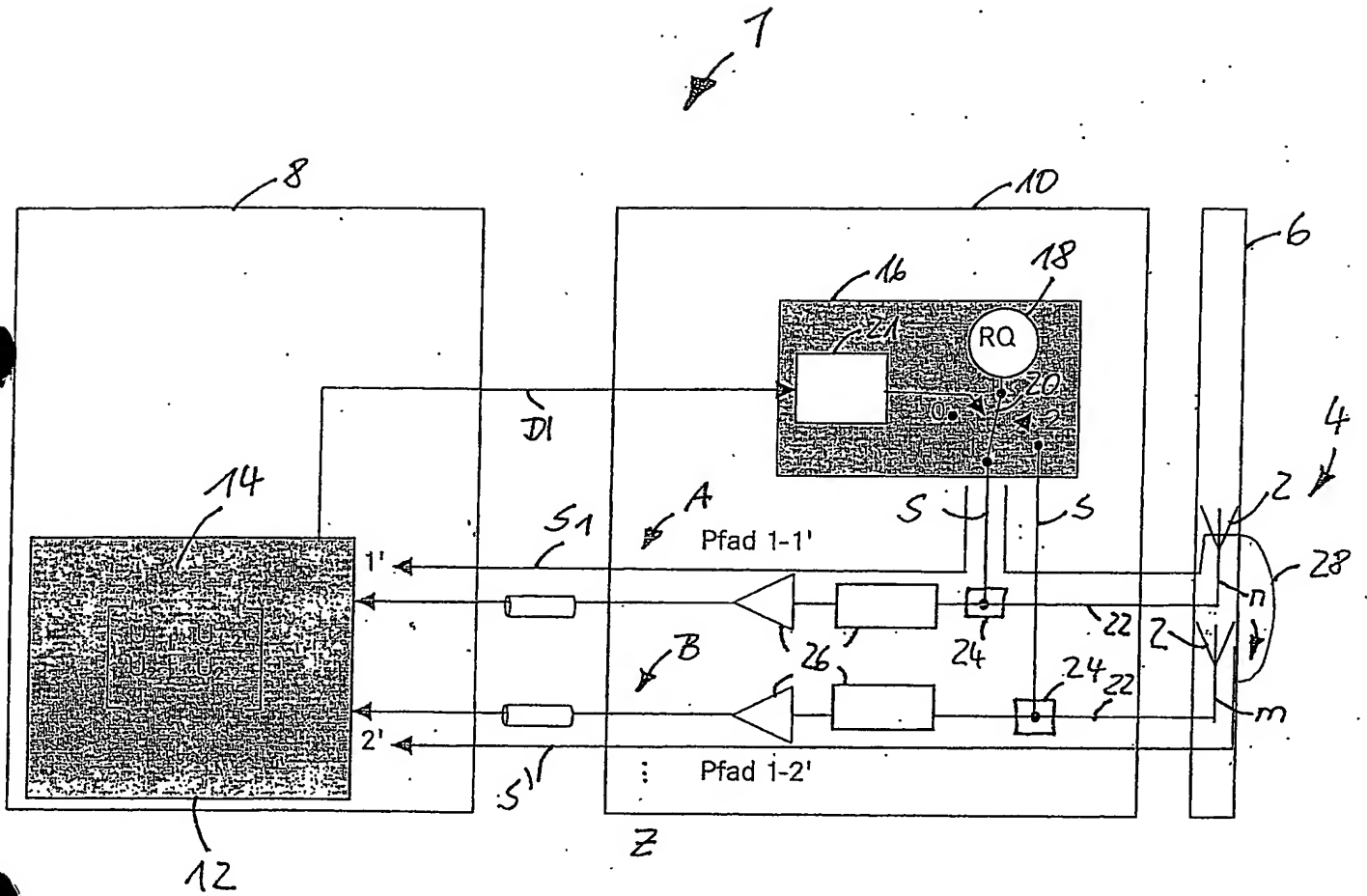


FIG 1